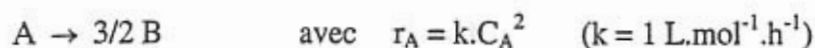


Examen de génie des procédés GP3

L'examen est à rédiger sur deux copies séparées : exercices A et B d'une part et exercice C d'autre part.

Exercice A)

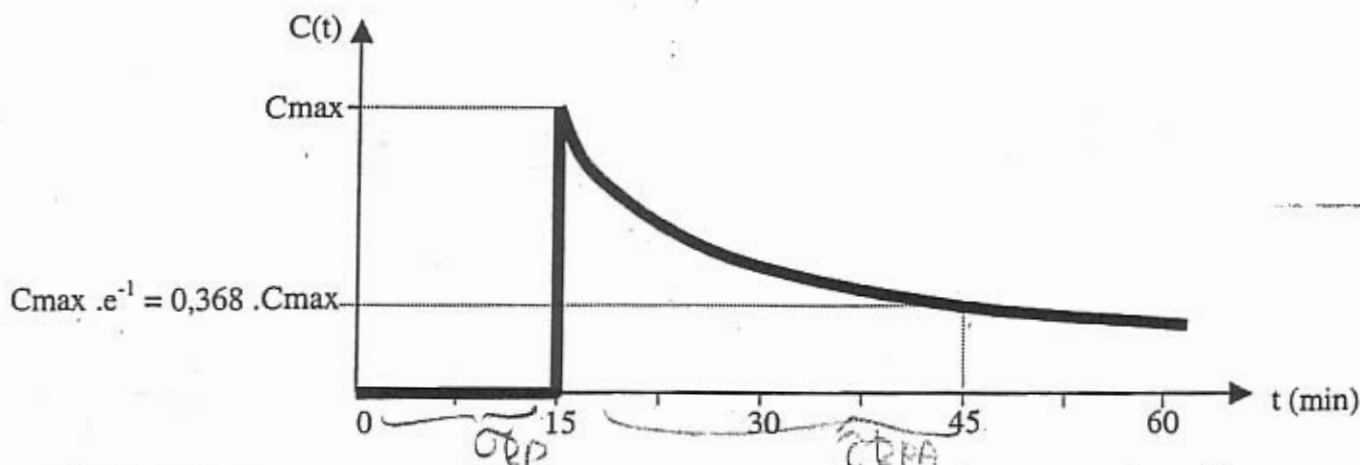
Soit un montage de réacteurs fonctionnant en régime permanent. Il s'y déroule une réaction chimique du deuxième ordre par rapport au réactif :



Concentration à l'entrée : $C_{A0} = 9,06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Concentration à la sortie du système : $C_A = 1,83 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

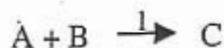
Pour connaître l'hydrodynamique du système on arrête les opérations de réaction et on réalise une DTS (mesure à la sortie du système).



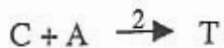
- 1) Grâce à l'ensemble de ces informations et sachant que le montage n'est composé que d'une seule branche (pas d'autre branche en parallèle), identifiez le montage et les réacteurs le constituant (explication + calcul + schéma).
- 2) Ce montage pourrait-il être amélioré ?
- 3) Quel montage serait le meilleur si la réaction était d'ordre 0 par rapport au réactif A.

Exercice B)

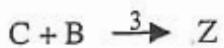
Trois réactions ont lieu simultanément :



$$r_{1A} = -r_{1C} = k_1 \cdot C_A \cdot C_B$$



$$r_{2C} = k_2 \cdot C_C$$

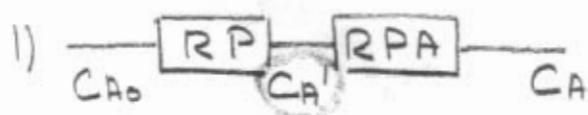


$$r_{3C} = k_3 \cdot C_C^2$$

$$A \rightarrow \frac{3}{2} B \quad r_A = k C_A^2 \quad (k = 1 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$C_{A0} = 9,06 \text{ mol L}^{-1}$$

$$C_A = 1,83 \text{ mol L}^{-1}$$



On considère que l'on connaît $\tau_{RP} = 15 \text{ min}$
On cherche à déterminer τ_{RPA} .
On connaît C_{A0} et C_A .

On cherche $C_{A'}$:

$$\begin{aligned} \text{On sait que : } \tau_{RP} &= - \int_{C_{A0}}^{C_{A'}} \frac{dC_{A'}}{r_A} = - \int_{C_{A0}}^{C_{A'}} \frac{dC_{A'}}{k \cdot C_{A'}^2} = - \frac{1}{k} \left[- \frac{1}{C_{A'}} \right]_{C_{A0}}^{C_{A'}} \\ &= - \frac{1}{k} \times \left(- \frac{1}{C_{A'}} + \frac{1}{C_{A0}} \right) \end{aligned}$$

$$\text{D'où : } -k \tau_{RP} = \frac{1}{C_{A0}} - \frac{1}{C_{A'}}$$

$$\Rightarrow + \frac{1}{C_{A'}} = + \frac{1}{C_{A0}} + k \tau_{RP} \quad \Rightarrow C_{A'} = \frac{1}{\left[\frac{1}{C_{A0}} + k \tau_{RP} \right]}$$

$$\text{D'où } C_{A'} = \frac{1}{\left[\frac{1}{9,06} + 1 \times \frac{15}{60} \right]}$$

$$\Delta \quad \begin{array}{l} 60 \text{ min} \rightarrow 1 \text{ h} \\ 15 \text{ min} \rightarrow \frac{15}{60} \text{ h} \end{array}$$

$$C_{A'} = 2,77 \text{ mol L}^{-1}$$

Bilan sur le RPA:

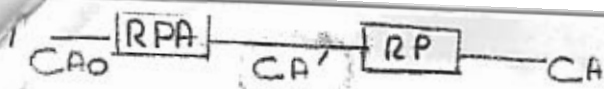
$$E + \cancel{R} = S + \cancel{A} + D$$

$$F_{A'} = F_A + r_A V$$

$$Q C_{A'} = Q C_A + k C_A^2 V$$

$$C_{A'} = C_A + k C_A^2 \tau$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{C_{A'} - C_A}{k C_A^2} \quad \Rightarrow \tau_{RPA} = 0,28 \text{ h} = 17 \text{ min}$$



On connait $\tau_{RP} = 15 \text{ min}$.
On connait CA_0 et CA

On cherche CA' :

$$\text{On sait que: } \tau_{RP} = - \int_{CA'}^{CA} \frac{dCA}{r_A} = - \frac{1}{k} \left[- \frac{1}{CA} \right]_{CA'}^{CA} = - \frac{1}{k} \left[- \frac{1}{CA} + \frac{1}{CA'} \right]$$

$$\tau_{RP} = \frac{1}{kCA} - \frac{1}{kCA'}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{kCA'} = \frac{1}{kCA} - \tau_{RP} \Leftrightarrow CA' = \frac{1}{k \left[\frac{1}{kCA} - \tau_{RP} \right]}$$

$$\text{Donc } CA' = \frac{1}{\left[\frac{1}{1,83} - \frac{15}{60} \right]} = 3,37 \text{ mol L}^{-1}$$

Bilan dans RPA:

$$E + \cancel{E}^D = S + \cancel{A}^D + D$$

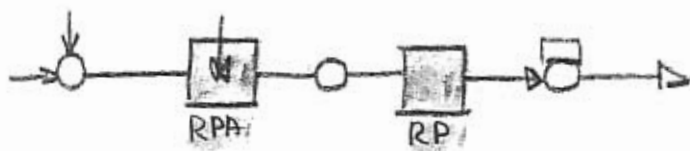
$$F_{A0} = F_{A'} + r_A' V$$

$$Q \cdot CA_0 = Q \cdot CA' + k \cdot CA'^2 V$$

$$CA_0 = CA' + k \cdot CA'^2 \tau$$

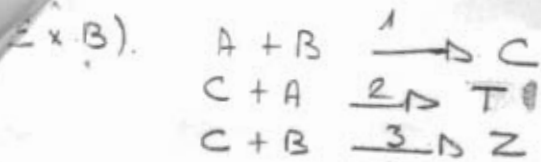
$$\Rightarrow \tau = \frac{CA_0 - CA'}{k \cdot CA'^2} \Rightarrow \tau = 30 \text{ min!}$$

Solution: le montage constitué est donc



1) Amélioration du montage:

3) peut importe.

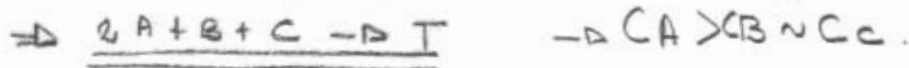


$$r_1 A = -r_1 C = k_1 C_A \cdot C_B$$

$$r_2 C = k_2 \cdot C_C$$

$$r_3 C = k_3 C_C^2$$

⇒ On veut 1 et 2 mais pas 3.



1)

* RPA : C_A et C_B faibles

* Cascade : C_A et C_B forts au début

* avec intro A : C_A faible, C_B fort

* avec intro B : C_A fort, C_B faible

où 1) RPA : si C_A et C_B faibles $\rightarrow C_C$ faible : 1 lente
 si $C_C > 1 \rightarrow$ plus vite 2 que T

2) Cascade : C_A et C_B forts $\rightarrow C_C$ fort : 1 rapide
 plus vite 2 que T (car C_C^2)

3) Intro A : C_A faible, C_B fort $\rightarrow C_C$ moyen : 1 moyenne
 2 plus que T (l'inverse)

4) Intro B : C_A fort, C_B faible $\rightarrow C_C$ fort : 1 moyenne
 mais 2 fort que 2).
 T plus que 2 (car il reste plus de A que de B après la react° 1)
 C_C moyen

Intro B / RPA / cascade / Intro A

2) Si $C_{A0} = C_{B0}$

a) $r_1 A \gg r_2 C$ et $r_3 C$: Beaucoup de C qui sort de 1) et peut vont de 2) et 3)

⇒ Accumulat° de C \rightarrow 3 favorisée C_C

b) $r_1 A \ll r_2 C$ et $r_3 C$: Peu de C si $C_C < 1 \rightarrow$ 2 favorisée
 $> 1 \rightarrow$ 3

c) $r_1 A = r_2 C = r_3 C$: qtes égales

Comme $C_C^2 \rightarrow$ 3 favorisée.

3) $C_{A0} = C_{B0} \rightarrow$ nulle

On regarde la disposit° qui marche le mieux pour avoir du T $\Rightarrow C_{A0} > C_{B0}$